植 物 分 类 与 资 源 学 报　2015, 37 (3): 233~245
Plant Diversity and Resources　DOI: 10.7677/ynzwyj201514114

大理苍山种子植物区系的研究

尹志坚[1,2]，彭　华[3*]
（1 国家林业局昆明勘察设计院，昆明　650216；2 国家林业局自然保护区及野生动植物西南监测中心，昆明　650216；3 中国科学院昆明植物研究所，昆明　650201）

摘要：通过对苍山种子植物 164 科，852 属，2 503 种，45 亚种，194 变种在各个层次不同角度上的分析，探讨了本区种子植物区系的性质、地位、起源及演化。区系分析表明：大理苍山种子植物区系在我国区系区划上属于东亚植物区，中国-喜马拉雅森林植物亚区，横断山脉地区，三江峡谷亚地区；其区系具有鲜明的温带性质；现代苍山植物区系是在印度板块与欧亚板块碰撞，古地中海退却和喜马拉雅隆升等地质事件背景下，由古地中海成分、北极—第三纪成分及古南大陆成分融汇发展而来；苍山的特有现象较为显著，新老皆备，且以新特有成分为主，它既是古特有成分的避难所，也是新特有成分发展的温床；苍山在植物分布上是呼应东、西、南、北的纽带，同时又是很多成分分布的边界，是重要的区系节。

关键词：大理苍山；种子植物；植物区系研究
中图分类号：Q 948　**文献标志码**：A　**文章编号**：2095-0845(2015)03-233-13

A Floristic Study on the Seed Plants of the Cangshan Mountain Range, Dali, Yunnan, China

YIN Zhi-jian[1,2], PENG Hua[3*]
(1 *China Forest Exploration and Design Institute on Kunming*, Kunming 650216, China; 2 *The Southwest Monitoring Center of Natural Reserve and Wildlife*, *State Forestry Administration*, Kunming 650216, China; 3 *Kunming Institute of Botany*, *Chinese Academy of Sciences*, Kunming 650201, China)

Abstract: The floristic characteristic, position in Chinese floristic division, and the origin and development of the flora of the Cangshan Mountain Range (the Dali Range) were discussed from different aspects, based on the local seed plants of 2 503 species, 45 subspecies, 194 varieties, belong to 852 genera in 164 families. Preliminary conclusions are as follows: The Cangshan Mountain Range belongs to three river-gorges subregion, Hengduan mountain region, Sino-Himalayan forest subkingdom, East Asiatic Kingdom, in Chinese floristic division. The floristic characteristic of seed plants of the Cangshan Mountain Range is temperate. Because of the geological events of the collision between Eurasian Plate and Indic Plate, the Tethys fading away, and the uplift of Himalayas, the elements from Gondwana land, Mediterranean and Arctic-Tertiary gradually developed into its modern flora. The endemism within the flora is rich, with the neoendemic elements dominant. It shows that the Cangshan Mountain Range is not only a refuge for some ancient floristic elements but also a differentiation center for young floristic elements. It is an important floristic spot connecting floristic elements from different directions. And the distribution limits of a great deal of elements also are here.

Key words: The Cangshan Mountain Range; The Dali Range; Seed plants; Floristic research

1　自然概况

苍山位于云南西部，地处滇中高原和横断山区的接界，大致在东经 99°50′-100°10′，北纬 25°30′-26°之间。呈西北-东南走向。北起邓川，

* 通讯作者：Author for correspondence; E-mail: hpeng@mail.kib.ac.cn
收稿日期：2014-08-22，2014-11-27 接受发表
作者简介：尹志坚（1983-）男，博士，工程师，主要从事植物区系地理学研究。E-mail: 592363239@qq.com

南抵下关的西洱河，东濒洱海，西临漾濞江河谷，横跨了大理、漾濞、洱源 3 县（市）。南北长约 50 km ，东西宽约 10 km ，总面积约为 500 km^2。本论文研究范围主要是在大理市、漾濞县境内的苍山地区（图 1）。

苍山位于三江褶皱系与扬子准地台两个一级大地构造单元的结合部位，即康藏“歹”字形构造褶皱带的东南边沿最大的一条径向构造带，这是一条地壳西升东降的巨型深大断裂带。洱海断裂是滇中高原与横断山区在本地区的分界，地层在强烈抬升过程中错断陷落，隆起地块形成苍山断块山地，陷落地块成为断陷盆地并积水成为洱海。苍山区域内河流均为山地型源头河，属于澜沧江水系（段诚忠主编，1995）。

在云南由北而南下降的地势中，苍山属中间梯层，在地貌形态上为高山地貌。地层属前寒武系苍山群，具有动力变质作用和多期活动的特点。山体主要岩石组成有片麻岩、片岩、板岩、花岗岩及大理岩等。三阳峰至中和峰等地盛产大理石，驰名于世。苍山山脉在第四纪发生有山岳冰川。从东亚大陆看，是末次冰期冰川作用最南的山地，保存比较完整的冰川地貌有冰斗、冰蚀槽谷、刃脊、角峰等（穆静秋，2006）。

苍山十九峰十八溪，最高峰马龙峰 4 122 m，与东坡大理盆地（1 966 m）相对高差为 2 156 m。与西坡最低平坡漾濞江边（1 360 m）相对高差 2 762 m。地壳抬升形成的孤峰隔离，及苍山经过漫长的地质演变后，形成了其独特而复杂的生态环境，使得苍山特有种较多。

苍山地处低纬高原，属亚热带高原季风气候。主要受印度洋西南季风和南支西风交替影响。6-10 月受来自印度季风低压前低层气流控制。这支气流十分潮湿，水气含量极为充沛，在雨季造成大量降水。11 月至次年 5 月控制苍山地区的主要气流为西方干暖气团，在这支气流（称南支西风）的控制下，构成苍山天气晴朗，云量少，日照充足，降水少，风速大的气候特征。在干季时有北方冷空气南下，苍山顶部有降雨降雪过程。在 2-4 月来自青藏高原南侧的南支西风不断加强，冷空气顺怒江河谷而下，顺低凹部侵入大理，加之地形，季风和大气稳定度的影响，苍山顶部海拔 3 000 m 左右时有较大的降雪降雨过程。4 月末 6 月初，西风北移，南支西风减弱，降水也相应减少。进入 6 月西南季风才得以迅速北上，雨季即开始（李福藻，1995）。

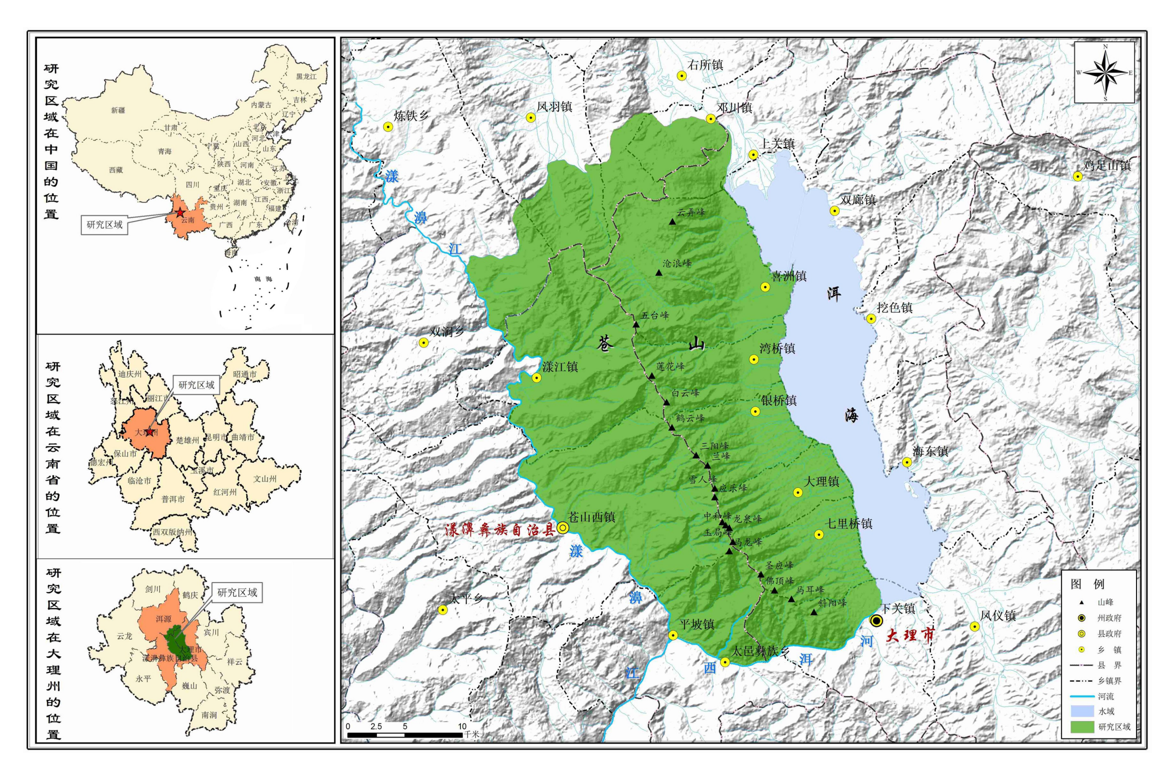


图 1 研究区域位置及范围示意图

Fig. 1 The location and boundaries of study area

2　种子植物区系分析

2.1　植物多样性

到目前为止，大理苍山共记载野生种子植物164科，852属，2 503种，45亚种，194变种。其中，裸子植物5科，8属，11种，3变种；被子植物159科，844属，2 492种，45亚种，191变种（注：属、种概念主要依《*Flora of China*》）。从大理苍山与其邻近地区种子植物科、属、种数量的比较可以看出（表1）：地处横断山脉最南端的大理苍山与横断山脉云南境内最北端的高黎贡山北段（李嵘等，2007）科、属、种数大体相当。但比纬度稍高的玉龙雪山（杨亲二，1987）、巧家药山（张书东等，2008）在这三个等级上都要丰富。大致在同纬度上的小百草岭（王利松等，2005）和武定狮子山（郭勤峰，1988）与苍山不是一个数量级。而纬度稍南的景东无量山（彭华，1998）和永德大雪山（刘恩德和彭华，2010）在科、属数上要多于苍山，但种数都要比苍山少。由此可见，大理苍山是植物多样性最为丰富的地区之一。

2.2　科的统计及分析

2.2.1　科的数量结构分析　大理苍山目前计有野生种子植物164科。在科一级的组成中，含30种以上的科的排列顺序如表2。从表中可知，含30种以上的科计有21科，占本区全部科数的12.8%；这些科包含461属，占本区全部属数的54.2%；含有1 685种，占本区全部种数的61.5%。含百种以上的科有菊科（76属/269种（包括种下等级，下同））、蔷薇科（32属/144种）、禾本科（64属/139种）、蝶形花科（39属/106种）、兰科（44属/104种）。这五个科在苍山得到了较为充分的发展，是该地种子植物区系的主体。

表1　大理苍山及其邻近地区种子植物丰富度比较

Table 1　Comparison on the seed plants diversity of the Cangshan Mt. with other adjacent regions

地区 Regions	科数 Number of family	属数 Number of genera	种数/种下单位 Number of species/sub. & var.
大理苍山 Cangshan, Dali	164	852	2503/239
西藏墨脱 Metuo, Xizang	180	726	1643
高黎贡山北段 Gaoligongshan	172	778	2514/302
玉龙雪山 Yulongshan	157	701	2321/236
巧家药山 Yaoshan, Qiaojia	163	789	2218
大姚小百草岭 Xiaobaicaoling, Dayao	143	570	1334
武定狮子山 Shizishan, Wuding	137	537	1157
景东无量山 Wuliangshan, Jingdong	209	1039	2574/116
永德大雪山 Daxueshan, Yongde	189	885	2148/58

表2　大理苍山种子植物科的大小排序（含30种以上的科）

Table 2　The list of families containing more than 30 species in the Cangshan Mt.

序号 Number	科名 Family	属数 Number of genera	种数 Number of species	序号 Number	科名 Family	属数 Number of genera	种数 Number of species
1	菊科 Asteraceae	76	269	12	百合科 Liliaceae	22	64
2	蔷薇科 Rosaceae	32	144	13	莎草科 Cyperaceae	13	61
3	禾本科 Poaceae	64	139	14	龙胆科 Gentianaceae	11	53
4	蝶形花科 Papilionaceae	39	106	15	茜草科 Rubiaceae	15	51
5	兰科 Orchidaceae	44	104	16	报春花科 Primulaceae	4	51
6	毛茛科 Ranunculaceae	16	81	17	虎耳草科 Saxifragaceae	7	47
7	玄参科 Scrophulariaceae	22	81	18	石竹科 Caryophyllaceae	9	40
8	唇形科 Lamiaceae	26	78	19	荨麻科 Urticaceae	13	40
9	杜鹃花科 Ericaceae	6	73	20	忍冬科 Caprifoliaceae	8	34
10	伞形科 Apiaceae	26	70	21	灯心草科 Juncaceae	2	31
11	蓼科 Polygonaceae	6	68				

从科内属一级的分析来看（表3），在本地区仅出现1属的科有71科，占全部科数的43.3%，共计71属，占全部属数的8.3%；出现2～5属的科有55科，占全部科数的33.5%，共计170属，占全部属数的20.0%；出现6～15属的科有28科，占全部科数的17.1%，共计243属，占全部属数的28.6%；出现属数多于15属的科有10科，占全部科数的6.1%，共计367属，占全部属数的43.1%。

从科内种一级的分析来看（表4），在本区仅出现1种的科有37科，占全部科数的22.6%，共计37种，占全部种数的1.3%；出现2～10种的科有71科，占全部科数的43.3%，共计357种，占全部种数的13.0%；出现11～50种的科有40科，占全部科数的24.4%，共计855种，占全部种数的31.2%；出现种数多于50种的科有16科，占全部科数的9.7%，共计1 493种，占全部种数的54.5%。

2.2.2 *科的分布区类型分析* 根据吴征镒等（2003，2006）对种子植物科分布区类型的划分原则，大理苍山种子植物164科可划分为8个类型和10个变型（表5）。显示出该区种子植物区系在科级水平上的地理成分较为复杂，联系较为广泛。其中，热带性质的科（分布型2-7及其变型）有69科，占全部科数（不计世界广布科，下同）的58.9%，温带性质的科（分布型8-14及其变型）有43科，占全部科数的41.1%。显示出本区植物区系与世界各洲热带植物区系的历史联系。我国有18个东亚特有科（其中4个为中国特有科）（吴征镒等，2006）。本区有6个东亚特有科，占我国东亚特有科的33.3%。较多的东亚特有科（多为古老的，孑遗的类群）表明该地作为东亚古老植物区系的一部分，其地质历史与整个东亚是一致的，且与东亚植物区系的发端密切相关。

2.3 属的统计及分析

2.3.1 *属的数量结构分析* 目前，大理苍山共记录野生种子植物852属，属的数量结构分析如表6。在本区仅出现1种的属有431属，占全部属数的50.5%，所含种数为431种，占全部种数的15.7%。出现2～5种的属有298属，占全部属数的35.0%，所含种数为843种，占全部种数的30.7%。出现6～20种的属有108属，占全部属数的12.7%，所含种数为1 033种，占全部种数的37.7%。出现种数多于20种的属有15属（表7），占全部属数的1.8%，所含种数为435种，占全部种数的15.9%。其中杜鹃花属（*Rhododendron*）（59种）、蓼属（*Polygonum*）（48种）、马先蒿属（*Pedicularis*）（41种）都超过了40种，在本区得到了较为充分的发展。

表3 科内属一级的数量结构分析

Table 3 Statistics and analysis based on the genera contained in each family

类型 Type	科数 Number of family	占全部科数的比例 Percentage of total family/%	含有的属数 Number of genera	占全部属数的比例 Percentage of total genera/%
仅出现1属的科	71	43.3	71	8.3
出现2~5属的科	55	33.5	170	20.0
出现6~15属的科	28	17.1	243	28.6
出现多于15属的科	10	6.1	367	43.1

表4 科内种一级的数量结构分析

Table 4 Statistics and analysis based on the species contained in each family

类型 Type	科数 Number of family	占全部科数的比例 Percentage of total family/%	含有的种数 Number of species	占全部种数的比例 Percentage of total species/%
仅出现1种的科	37	22.6	37	1.3
出现2~10种的科	71	43.3	357	13.0
出现11~50种的科	40	24.4	855	31.2
出现多于50种的科	16	9.7	1493	54.5

表 5　大理苍山种子植物科的分布区类型

Table 5　Distribution types of seed-plant families in the Cangshan Mt.

分布区类型 Distribution types	科数 Number of family	占全部科的比例 Percentage of total family/%
1 世界广布 Widespread	47	—
2 泛热带 Pantropic	42	35.8
2-1 热带亚洲-大洋洲和热带美洲（南美洲或/和墨西哥）Tropical Asia-Australasia & Tropical America (South America or/and Mexico)	1	0.9
2-2 热带亚洲-热带非洲-热带美洲（南美洲）Tropical Asia to Tropical Africa to Tropical America (South America)	3	2.6
2S 以南半球为主的泛热带 Pantropic especially South Hemisphere	4	3.4
3 东亚（热带、亚热带）及热带南美间断 East Asia (Tropical & Subtropical) & Tropical South America disjuncted	12	10.2
4 旧世界热带 Old World Tropics	4	3.4
5 热带亚洲至热带大洋洲 Tropical Asia to Tropical Australasia Oceania	2	1.7
7 热带东南亚至印度-马来，太平洋诸岛（热带亚洲）Tropical Southeast Asia to Indo-Malaya & Tropical Southwest Pacific Islands	—	—
7-3 缅甸、泰国至中国西南分布 Myanmar & Thailand to Southwest China	1	0.9
8 北温带 North Temperate	12	10.2
8-2 北极-高山分布 Arctic-Alpine	1	0.9
8-4 北温带和南温带间断分布 North Temperate & South Temperate disjuncted	20	17.0
8-5 欧亚和南美洲温带间断 Eurasia & Temperate South America disjuncted	1	0.9
8-6 地中海、东亚、新西兰和墨西哥-智利间断分布 Mediterranea & East Asia & New Zealand & Mexico-Chile disjuncted	1	0.9
9 东亚及北美间断 East Asia & North America disjuncted	7	6.0
10 旧世界温带 Old World Temperate	—	—
10-3 欧亚和南非（有时也在澳大利亚）Eurasia & South Africa (sometimes also Australia) disjuncted	1	0.9
14 东亚 East Asia	3	2.6
14-1 中国-喜马拉雅 Sino-Himalaya	2	1.7
合计 Total	164	100.0

注：凡是本区未出现的科的分布区类型和变型，均未列入表中

表 6　属的数量结构分析

Table 6　Statistics and analysis of genera based on the species contained in each genus

类型 Type	属数 Number of genera	占全部属数的比例 Percentage of total genera/%	含有的种数 Number of species	占全部种数的比例 Percentage of total species/%
仅出现 1 种的属	431	50.5	431	15.7
出现 2~5 种的属	298	35.0	843	30.7
出现 6~20 种的属	108	12.7	1033	37.7
出现多于 20 种的属	15	1.8	435	15.9
总计	852	100	2742	100

2.3.2　属的分布区类型分析　根据吴征镒（1991，1993），吴征镒等（2006，2010）对属分布区类型的划分原则，大理苍山种子植物 852 属可划分为 15 个类型和 18 个变型（表 8），涵盖了中国植物区系属的分布区类型，显示了本区种子植物区系在属级水平上的地理成分的复杂性，以及同世界其它地区植物区系的广泛联系；该地区计有热带性质的属（分布型 2-7 及其变型）322 属，占全部属数（不包括世界广布属及外来属，下同）的 42.5%；计有温带性质的属（分布型 8-15 及其变

表7　超过20种的属大小排序

Table 7　The list of genera containing more than 20 species

序号 Number	属名 Genera	含有的种数 Number of species	序号 Number	属名 Genera	含有的种数 Number of species	序号 Number	属名 Genera	含有的种数 Number of species
1	杜鹃属 *Rhododendron*	59	6	薹草属 *Carex*	27	11	金丝桃属 *Hypericum*	22
2	蓼属 *Polygonum*	48	7	报春花属 *Primula*	25	12	小檗属 *Berberis*	22
3	马先蒿属 *Pedicularis*	41	8	虎耳草属 *Saxifraga*	25	13	榕属 *Ficus*	21
4	龙胆属 *Gentiana*	29	9	柳属 *Salix*	24	14	悬钩子属 *Rubus*	21
5	灯心草属 *Juncus*	28	10	凤仙花属 *Impatiens*	23	15	珍珠菜属 *Lysimachia*	21

型）436属，占全部属数的57.5%。从属级分布型来看，本地植物区系为温带性质，但也不乏热带性质的属，带有亚热带植物区系的色彩。然而，从热温性质在科、属等级上的比重差异来看，本地植物区系的地带性质还需进一步通过分析种的分布区类型确定；在本区所有属的分布区类型中，居于前三位的是北温带分布及其变型（168属，19.7%），东亚分布及其变型（126，14.8%），泛热带分布（113，13.3%）。说明本区植物区系与温带及热带植物区系都有较强的联系，同时也带有鲜明的东亚植物区系的烙印；大理苍山计有东亚分布类型的属126属，其中，中国-喜马拉雅分布变型的属有71属，占本区东亚分布类型的56.3%，这在一定程度上为大理苍山属于东亚植物区，中国-喜马拉雅森林植物亚区的一部分提供了佐证。

2.4　种的统计及分析

根据吴征镒（1991，1993）、吴征镒等（2006，2010）对中国种子植物属的分布区类型的概念及范围，并参考了李锡文和李捷（1993）、李锡文（1995）、彭华（1998）、李嵘等（2007）、刘恩德（2010）对种的（特别是中国特有种的）分布区类型的划分原则，结合每一个种的现代地理分布格局（具体到每一个分布区类型下又根据种的集中分布式样而相应地划分出次级类型），将大理苍山的种子植物划分为15个类型、25个亚型、11个变型及4个小型（表9及表10）。

由种一级的统计分析可知：

第一，大理苍山2 742种可划分为15个类型、25个亚型、11个变型及4个小型，显示出该区植物区系在种一级水平上的地理成分十分复杂，来源较为广泛。

第二，该区计有热带性质的种（分布型2-7及其亚型）588种，占全部种数（不包括世界广布种及外来种，下同）的22.0%；计有温带性质的种（分布型8-15及其亚型、变型、小型）2 088种，占全部种数的78.0%，相对于科、属的统计而言，热带成分大为减少（热带科、属的比例分别为58.9%、42.5%），温带成分则显著增加（温带科、属的比例分别为41.1%、57.5%）。这一方面充分显示了大理苍山植物区系的温带性质，另一方面也表明了本区植物区系的来源以温带成分为主，同时还深受热带植物区系的影响。从属、种这两个层次热温性质成分的比重差异来看，评估像苍山这样相对面积不大的“山头区系”的地带性质时，应用属的分布区类型来分析得出的结论还不十分得当。

第三，15个分布型中，位于前三位的分别是中国特有分布型（1 117种）、东亚分布型（845种）和热带亚洲分布型（454种），三者之和为2 416种，占全部种数的90.3%。它们构成了大理苍山种子植物区系的主体。

第四，就省内分布而言，本区与三江峡谷亚地区联系最为密切（两地共有种112种）；就地区而言，本区与横断山脉地区（分布型15-1、15-1-1、15-1-2、15-2-a-2、15-6）联系最为密切（两地共有种389种），就全国而言，本区与中国-喜马拉雅森林植物亚区和中国-日本森林植物亚区联系都很密切（共有种数分别占中国特有分布总种数的48.3%及42.9%，但实际上本区与中国-日本森林植物亚区联系时也往往和云南境内的中国-喜马拉雅森林植物亚区联系，所以前者比例实际上要高得多），与青藏高原植物亚区和马来亚森林植物亚区联系较为薄弱，而与中亚荒漠植物亚区和欧亚草原植物亚区联系最弱。

表 8　大理苍山种子植物属的分布区类型

Table 8　Distribution types of seed-plant genera in the Cangshan Mt.

分布区类型 Distribution types	属数 Genera	占全部属的比例 Percentage of total genera/%
1 世界广布 Widespread	60	—
2 泛热带 Pantropic	113	14.9
3 热带亚洲至热带美洲间断 Tropical Asia & Tropical America disjuncted	13	1.7
4 旧世界热带 Old World Tropics	47	6.2
5 热带亚洲至热带大洋洲 Tropical Asia to Tropical Australasia	30	4.0
6 热带亚洲至热带非洲 Tropical Asia to Tropical Africa	35	4.6
6-1 华南、西南至印度和热带非洲 South & Southwest China to India & Tropical Africa disjuncted	1	0.1
6-2 热带亚洲和东非或马达加斯加间断分布 Tropical Asia & East Africa or Madagasca disjuncted	1	0.1
7 热带亚洲印度-马来分布 Tropical Asia Indo-Malesia	51	6.7
7-1 爪哇或苏门答腊，喜马拉雅间断或星散分布到华南、西南 Java or Sumatra & Himalaya to South & Southwest China disjuncted or diffused	12	1.6
7-2 热带印度至华南尤其云南南部分布 Tropical India to South China especially Southern Yunnan	6	0.8
7-3 缅甸、泰国至中国西南分布 Myanmar & Thailand to Southwest China	5	0.7
7-4 越南或中南半岛至华南或西南分布 Vietnam or Indochinese Peninsula to South or Southwest China	8	1.1
8 北温带 North Temperate	109	14.4
8-2 北极-高山分布 Arctic-Alpine	5	0.7
8-4 北温带和南温带间断分布 North Temperate & South Temperate disjuncted	50	6.6
8-5 欧亚和南美洲温带间断 Eurasia & Temperate South America disjuncted	3	0.4
8-6 地中海、东亚、新西兰和墨西哥-智利间断分布 Mediterranea & East Asia & New Zealand & Mexico-Chile disjuncted	1	0.1
9 东亚及北美间断 East Asia & North America disjuncted	48	6.3
10 旧世界温带 Old World Temperate	41	5.4
10-1 地中海区至西亚或中亚和东亚间断分布 Mediterranea to West Asia or Central Asia & East Asia disjuncted	7	0.9
10-2 地中海区和喜马拉雅间断分布 Mediterranea & Himalaya disjuncted	2	0.3
10-3 欧亚和南非有时也在澳大利亚 Eurasia & South Africa sometimes also Australia disjuncted	5	0.7
11 温带亚洲 Temperate Asia	13	1.7
12 地中海区、西亚至中亚 Mediterranea & West to Central Asia	—	—
12-3 地中海区至温带-热带亚洲、大洋洲和/或北美南部至南美洲间断 Mediterranea to Temperate-Tropical Asia & Australasia and/or Southern North America to South America disjuncted	3	0.4
12-4 地中海至热带非洲和喜马拉雅间断 Mediterranea to Tropical Africa & Himalaya disjuncted	1	0.1
13 中亚 Central Asia	1	0.1
13-2 中亚东部至喜马拉雅和中国西南部 Eastern Central Asia to Himalaya & Southwestern China	4	0.5
14 东亚 East Asia	43	5.7
14-1 中国-喜马拉雅 Sino-Himalaya	71	9.4
14-2 中国-日本 Sino-Japan	12	1.6
15 中国特有 Endemic to China	17	2.2
16 外来属 Exotics	34	—
总计 Total	852	100.0

表9 大理苍山种子植物种的分布区类型

Table 9 Distribution types of seed-plant species in the Cangshan Mt.

分布区类型 Distribution types	种数 Number of species	占全部种的比例 Percentage of total species/%
1 世界广布 Widespread	8	—
2 泛热带 Pantropic	33	1.2
2-1 热带亚洲-大洋洲和热带美洲南美洲或/和墨西哥 Tropical Asia-Australasia & Tropical America South America or/and Mexico	4	0.1
2-2 热带亚洲-热带非洲-热带美洲南美洲 Tropical Asia to Tropical Africa to Tropical America South America	3	0.1
3 东亚热带、亚热带及热带南美间断 East Asia Tropical & Subtropical & Tropical South America disjuncted	1	<0.1
4 旧世界热带 Old World Tropics	14	0.5
4-1 热带亚洲、非洲和大洋洲间断或星散分布 Tropical Asia & Tropical Africa & Tropical Australasia disjuncted or dispersed	13	0.5
5 热带亚洲至热带大洋洲 Tropical Asia to Tropical Australasia	39	1.5
6 热带亚洲至热带非洲 Tropical Asia to Tropical Africa	21	0.8
6-2 热带亚洲和东非或马达加斯加间断分布 Tropical Asia & East Africa or Madagasca disjuncted	6	0.2
7 热带东南亚至印度-马来，太平洋诸岛热带亚洲 Tropical Southeast Asia to Indo-Malaya & Tropical Southwest Pacific Islands	71	2.7
7-1 爪哇或苏门答腊，喜马拉雅间断或星散分布到华南、西南 Java or Sumatra & Himalaya to South & Southwest China disjuncted or diffused	109	4.1
7-2 热带印度至华南尤其云南南部分布 Torpical India to South China especially Southern Yunnan	177	6.6
7-3 缅甸、泰国至中国西南分布 Myanmar & Thailand to Southwest China	44	1.6
7-4 越南或中南半岛至华南或西南分布 Vietnam or Indochinese Peninsula to South or Southwest China	53	2.0
8 北温带 North Temperate	12	0.4
8-2 北极-高山分布 Arctic-Alpine	14	0.5
8-4 北温带和南温带间断分布 North Temperate & South Temperate disjuncted	13	0.5
8-5 欧亚和南美洲温带间断 Eurasia & Temperate South America disjuncted	1	<0.1
9 东亚及北美间断 East Asia & North America disjuncted	7	0.3
10 旧世界温带 Old World Temperate	43	1.6
10-1 地中海区至西亚或中亚和东亚间断分布 Mediterranea to West Asia or Central Asia & East Asia disjuncted	6	0.2
10-3 欧亚和南非有时也在澳大利亚 Eurasia & South Africa sometimes also Australia disjuncted	5	0.2
11 温带亚洲 Temperate Asia	18	0.7
12 地中海区、西亚至中亚 Mediterranea & West to Central Asia	3	0.1
13 中亚 Central Asia	1	<0.1
13-2 中亚东部至喜马拉雅和中国西南部 Eastern Central Asia to Himalaya & Southwestern China	3	0.1
14 东亚 East Asia	86	3.2
14-1 中国-喜马拉雅 Sino-Himalaya	659	24.6
14-2 中国-日本 Sino-Japan	100	3.7
15 中国特有 Endemic to China	1117	41.7
16 外来种 Exotics	58	—
合计 Total	2742	100.0

表 10　大理苍山中国特有种的分布区类型

Table 10　Distribution types of species endemic to China in the Cangshan Mt.

分布区类型 Distribution types	种数 Number of species	占中国特有分布种数的比例 Percentage of total species endemic to China/%
15-1 苍山特有 Endemic to the Cangshan Mt.	6	0.5
15-1-1 苍山东坡特有 Endemic to the east side of the Cangshan Mt.	34	3.0
15-1-2 苍山西坡特有 Endemic to the west side of the Cangshan Mt.	11	1.0
15-2 云南各地区至苍山分布 Yunnan to the Cangshan Mt.	4	0.4
15-2-a 云南境内的中国-喜马拉雅森林植物亚区至苍山分布 Sino-Himalayan forest subkingdom in Yunnan to the Cangshan Mt.	46	4.1
15-2-a-1 云南高原地区至苍山分布 Yunnan plateau region to the Cangshan Mt.	32	2.9
15-2-a-2 三江峡谷亚地区至苍山分布 Three river-gorges subregion to the Cangshan Mt.	112	10.0
15-2-b 云南境内的中国-日本森林植物亚区至苍山分布 Sino-Japanese forest subkingdom in Yunnan to the Cangshan Mt.	2	0.2
15-2-b-1 滇东北（云南境内的贵州高原亚地区）至苍山分布 Northeast Yunnan (Guizhou plateau subregion in Yunnan) to the Cangshan Mt.	7	0.6
15-2-b-2 滇东南石灰岩亚地区（云南境内的滇、黔、桂地区）至苍山分布 Southeast Yunnan limestone subregion (Yunnan, Guizhou & Guangxi limestone mountain & hill region in Yunnan) to the Cangshan Mt.	20	1.8
15-2-c 云南境内的马来西亚森林植物亚区（滇南、滇西南地区）至苍山分布 Malaysian subkingdom in Yunnan (South and Southwest Yunnan) to the Cangshan Mt.	11	1.0
15-3 中国-日本森林植物亚区至苍山分布 Sino-Japanese forest subkingdom to the Cangshan Mt.	1	0.1
15-3-1 东北地区至苍山分布 Northeast China to the Cangshan Mt.	2	0.2
15-3-2 华北地区至苍山分布 North China to the Cangshan Mt.	54	4.8
15-3-3 华东地区至苍山分布 East China to the Cangshan Mt.	48	4.3
15-3-4 华中地区至苍山分布 Central China to the Cangshan Mt.	256	22.9
15-3-5 华南地区至苍山分布 South China to the Cangshan Mt.	30	2.7
15-3-6 滇、黔、桂地区至苍山分布 Yunnan, Guizhou & Guangxi limestone mountain & hill region to the Cangshan Mt.	59	5.3
15-4 青藏高原植物亚区至苍山分布 Qinghai-Xizang plateau subkingdom to the Cangshan Mt.	45	4.0
15-5 东喜马拉雅地区至苍山分布 East Himalayan region to the Cangshan Mt.	68	6.1
15-6 横断山脉地区至苍山分布 Hengduan mountain region to the Cangshan Mt.	226	20.2
15-7 马来西亚森林植物亚区至苍山分布 Malaysian subkingdom to the Cangshan Mt.	33	3.0
15-8 中亚荒漠植物亚区至苍山分布 Central Asiatic desert subkingdom to the Cangshan Mt.	5	0.4
15-9 欧亚草原植物亚区至苍山分布 Eurasia steppe subkingdom to the Cangshan Mt.	5	0.4
总计 Total	1117	100.0

第五，本区的特有现象较为显著，计有中国特有种 1 117 种，其中云南特有种 234 种，大理苍山狭域特有种 51 种。特有成分中，物种分化强烈，新老兼备，而以新生的进化成分为主，这表明本区在保存大量古老成分的同时，又分化出了一定数量的新生成分。

第六，大理苍山计有东亚分布类型的种 1 962 种（中国特有种归根结底属于东亚成分，故统计其中），其中中国-喜马拉雅分布亚型的有 1 776 种，占全部东亚分布类型的 90.5%。结合第四点，可以为大理苍山植物区系属东亚植物区，中国-喜马拉雅森林植物亚区，横断山脉地区，三江峡谷亚地区提供强有力的依据。

3　种子植物区系的性质、来源及演化

3.1　区系性质

从上述对揭示苍山植物区系地带性质有决定作用的种的分布区类型的分析来看，热带性质的

种占全部种数的 22.0%，温带性质的种占全部种数的 78.0%，这就说明了大理苍山种子植物区系的地带性质为鲜明的温带性质。

3.2 区系来源

大理苍山现代植物区系的主体是中国特有成分、东亚成分 (其中主要是中国–喜马拉雅成分) 和热带亚洲成分。因此，弄清本区这三大成分的起源，就可基本确定其植物区系的来龙去脉。

大理苍山的中国特有成分可归结为中国–喜马拉雅成分。本区的中国–喜马拉雅成分主要有两个来源：一是随着喜马拉雅和横断山的进一步隆升，早生的现代地中海植物区系一部分转向适应高山寒化及生理旱化的环境，获得了进一步的发展和分化，而成为苍山中国–喜马拉雅成分的一个重要来源；另一重要方面，在中新世以后，伴随着北半球中高纬度地区气温急剧下降，北半球高纬度地区的北极—第三纪植物群随之土崩瓦解，北极—第三纪成分大量南迁侵入，现代东亚植物区系的主体已基本形成。新第三纪后期和第四纪初，强烈的新构造运动加剧了这种活动并创造了物种适宜的生存条件（孙航，2002a）。第四纪时，这一地区又经过了 4 次冰期和间冰期的作用，每次冰期和间冰期的作用都对这一地区南北成分融会交流产生了深远的影响，进而为苍山现代高山植物区系核心成分的形成奠定了基础。

大理苍山的热带亚洲成分有两方面的来源。一方面，热带亚洲成分沿河谷经印度东北部、缅甸北部和中南半岛南北向进行迁移，而大理苍山西坡的漾濞江为这种南北渗透提供了交流通道，众多古南大陆的热带成分沿江迁移至此，并与温带成分形成了奇妙的融合。另一方面，青藏高原隆升导致了季风环流体系逐步形成，季风的形成带来充足的水分条件进而使得始新世古地中海沿岸的北特提斯植物区系在东亚得以保存并进一步发展（孙航，2002b）。许多类群在苍山复杂而优越的环境条件中得到了进一步发展而成为苍山亚热带森林区系的一个重要的组成部分。

综上所述，大理苍山现代种子植物区系是在印度板块与欧亚板块连接，古地中海退却和喜马拉雅隆升后，主要由古地中海成分、北极—第三纪成分及古南大陆成分在漫长的地质历史过程中融合发展而来的。

3.3 特有现象

特有现象通常最能反映具体植物区系的特征。联系所研究地区的地质历史、古生物学资料等来探讨其特有性，对阐明该地植物区系的性质具有重要意义（彭华，1998）。

本区记有 6 个在系统上较为隔离的东亚特有科，占 21 个东亚特有科（其中 3 科为日本特有，4 科为中国特有）的 28.6%，这反映出该地作为东亚古老植物区系的一部分，在地质历史上与东亚是一致的，且与东亚植物区系的发端紧密相联。

大理苍山有中国特有属有 17 属，占中国特有属 239 属（吴征镒等，2005）的 7.1%。其中华檫木属（*Sinosassafras*）、栌菊木属（*Nouelia*）等是比较原始或古老的类群。而反唇兰属（*Smithorchis*）、翅茎草属（*Pterygiella*）、长蕊斑种草属（*Antiotrema*）等是随着喜马拉雅的抬升和青藏高原的隆起，而发生、发展起来的年轻成分。

种的特有现象尤为强烈，大理苍山种的分布型中，中国特有分布种 1 117 种，占全部种数的 40.7%，其中云南特有种 234 种，大理苍山狭域特有种 51 种（详见表 11）。较低的苍山狭域特有种比例，又说明苍山作为一个区系地理单元，其隔离程度并不高。

因此，整体来说，大理苍山的特有现象较为显著，不仅表现在有不少东亚特有科上，而且也表现在较多中国特有属及特有种上。本区的特有现象既有古特有成分也有新特有成分，但更多的是新特有成分。成因既有历史原因也有生态原因，但更多的是生态原因。由于本区新构造运动强烈，垂直气候带变化明显，且因山体环境复杂，不仅使古特有成分找到避难所得以保存和继续发展，而且新特有成分又在新的生境中得以形成（李锡文和李捷，1993）。

3.4 大理苍山是各种区系成分汇聚的重要区系节

大理苍山地处云南高原与横断山脉的交界，因其特殊的地理位置，使它在植物分布上是呼应东、西、南、北的纽带，同时又是很多成分分布的边界，是重要区系节。

闵天禄和方瑞征（1982）曾指出苍山是横断山区与云南高原杜鹃区系的分界线。横断山区分布的（有的向西分布到南喜马拉雅）两色杜鹃（*Rhododendron dichroanthum*）、糙毛杜鹃（*R. trichocladum*）、

表 11　大理苍山狭域特有种

Table 11　The species endemic to the Cangshan Mt.

序号 Number	科名 Family	物种 Species	分布 Distribution
1	罗汉松科 Podocarpaceae	大理罗汉松 *Podocarpus forrestii*	大理
2	小檗科 Berberidaceae	钙原小檗 *Berberis calcipratorum*	大理
3	防已科 Menispermaceae	大花地不容 *Stephania macrantha*	漾濞
4	罂粟科 Papaveraceae	同瓣黄堇 *Corydalis homopetala*	大理
5	紫堇科 Fumariaceae	近泽黄堇 *Corydalis helodes*	大理
6	紫堇科 Fumariaceae	异心紫堇 *Corydalis heterocentra*	大理
7	景天科 Crassulaceae	月座景天 *Sedum semilunatum*	大理
8	虎耳草科 Saxifragaceae	大理虎耳草 *Saxifraga daliensis*	大理
9	虎耳草科 Saxifragaceae	紫背虎耳草 *Saxifraga porphyrophylla*	大理
10	石竹科 Caryophyllaceae	长茎无心菜 *Arenaria longicaulis*	大理
11	凤仙花科 Balsaminaceae	苍山凤仙花 *Impatiens tsangshanensis*	大理
12	瑞香科 Thymelaeaceae	少花瑞香 *Daphne depauperata*	漾濞
13	葫芦科 Cucurbitaceae	云南盒子草 *Actinostemma tenerum* var. *yunnanense*	大理
14	秋海棠科 Begoniaceae	窄檐糙叶秋海棠 *Begonia asperifolia* var. *unialata*	漾濞
15	蔷薇科 Rosaceae	似多叶委陵菜 *Potentilla polyphylloides*	大理、漾濞
16	蔷薇科 Rosaceae	大理委陵菜 *Potentilla stenophylla* var. *taliensis*	大理
17	杨柳科 Salicaceae	苍山长梗柳 *Salix longissimipedicellaris*	大理
18	冬青科 Aquifoliaceae	纸叶冬青 *Ilex chartaceifolia*	漾濞
19	冬青科 Aquifoliaceae	蒋英冬青 *Ilex tsiangiana*	大理
20	葡萄科 Vitaceae	大理乌蔹莓 *Cayratia daliensis*	大理
21	槭树科 Aceraceae	漾濞枫 *Acer yangbiense*	漾濞
22	杜鹃花科 Ericaceae	蓝果杜鹃 *Rhododendron cyanocarpum*	大理、漾濞
23	杜鹃花科 Ericaceae	苍山杜鹃 *Rhododendron dimitrum*	大理
24	杜鹃花科 Ericaceae	粉背多变杜鹃 *Rhododendron selense* subsp. *jucundum*	大理、漾濞
25	杜鹃花科 Ericaceae	大理杜鹃 *Rhododendron taliense*	大理、漾濞
26	柿树科 Ebenaceae	大理柿 *Diospyros balfouriana*	大理
27	菊科 Asteraceae	大理毛鳞菊 *Melanoseris oligolepis*	大理
28	菊科 Asteraceae	子农合耳菊 *Synotis chingiana*	漾濞
29	龙胆科 Gentianaceae	密花肋柱花 *Lomatogonium forrestii* var. *densiflorum*	大理
30	报春花科 Primulaceae	蓝花大叶报春 *Primula coerulea*	大理、漾濞
31	报春花科 Primulaceae	穗状垂花报春 *Primula spicata*	大理
32	桔梗科 Campanulaceae	苞叶山梗菜 *Lobelia foliiformis*	大理
33	玄参科 Scrophulariaceae	巴氏腋花马先蒿 *Pedicularis axillaris* subsp. *balfouriana*	大理
34	玄参科 Scrophulariaceae	颤喙马先蒿 *Pedicularis tantalorhyncha*	大理
35	玄参科 Scrophulariaceae	苍山马先蒿 *Pedicularis tsangchanensis*	大理
36	唇形科 Lamiaceae	苍山香茶菜 *Isodon bulleyanus*	大理
37	唇形科 Lamiaceae	荨麻叶黄芩 *Scutellaria yangbiense*	漾濞
38	唇形科 Lamiaceae	大理水苏 *Stachys taliensis*	大理
39	姜科 Zingiberaceae	苍山象牙参 *Roscoea cangshanensis*	大理
40	姜科 Zingiberaceae	白象牙参 *Roscoea debilis* var. *limprichtii*	大理
41	延龄草科 Trilliaceae	大理重楼 *Paris daliensis*	大理
42	菝葜科 Smilacaceae	矮菝葜 *Smilax nana*	漾濞
43	兰科 Orchidaceae	硕距头蕊兰 *Cephalanthera calcarata*	漾濞
44	兰科 Orchidaceae	单花美冠兰 *Eulophia monantha*	大理
45	兰科 Orchidaceae	中华槽舌兰 *Holcoglossum sinicum*	漾濞

续表 11 Table 11 continued

序号 Number	科名 Family	物种 Species	分布 Distribution
46	灯心草科 Juncaceae	长耳灯心草 *Juncus auritus*	大理
47	灯心草科 Juncaceae	云南灯心草 *Juncus yunnanensis*	大理
48	莎草科 Cyperaceae	披针鳞薹草 *Carex lancisquamata*	大理
49	莎草科 Cyperaceae	陈谋水葱 *Schoenoplectus chen-moui*	大理
50	禾本科 Poaceae	凋叶箭竹 *Fargesia frigidis*	大理、漾濞
51	禾本科 Poaceae	曲秆箭竹 *Fargesia subflexuosa*	漾濞

光柱迷人杜鹃（*R. agastum* var. *pennivenium*）、夺目杜鹃（*R. arizelum*）、卵叶杜鹃（*R. callimorphum*）、硫磺杜鹃（*R. sulfureum*）等向南、向东分布止于苍山。云南高原上分布的乳黄杜鹃（*R. lacteum*）、碎米花（*R. spiciferum*）向西分布止于苍山。而红棕杜鹃（*R. rubiginosum*）、大白花杜鹃（*R. decorum*）、云南杜鹃（*R. yunnanense*）、腋花杜鹃（*R. racemosum*）在云南高原的北部、中部向东北延伸，西面通过苍山至滇西北、川西南；亮毛杜鹃（*R. microphyton*）则是在川西南、滇西北，经苍山、云南高原的中南部向滇东南分布，更南至中南半岛。这说明了苍山杜鹃区系成分复杂，种类丰富，分布交错。

苍山为各种成分分布边界的例子还有很多：云南高原上的长冠苣苔（*Rhabdothamnopsis sinensis*）向西分布消失于苍山；北极-高山分布的岩梅属（*Diapensia*），在苍山分布的红花岩梅（*D. purpurea*）是该属分布最南的一种；云南紫菊（*Notoseris yunnanensis*）从滇东南往西、北分布止于苍山；厚叶钻地风（*Schizophragma crassum*）、大理雪兔子（*Saussurea delavayi*）、反唇兰（*Smithorchis calceoliformis*）、毛獐牙菜（*Swertia pubescens*）、苍山糙苏（*Phlomis forrestii*）等从横断山脉北段往南分布止于苍山等等。各种区系成分汇聚于此，构成了苍山植物的多样性。

4 结论

根据以上分析，总结如下：

（1）大理苍山是植物多样性最为丰富的地区之一。

（2）大理苍山种子植物区系属于东亚植物区（III. East Asiatic Kingdom），中国-喜马拉雅森林植物亚区（III E. Sino-Himalayan forest subkingdom），横断山脉地区（III E14. Hengduan mountain region），三江峡谷亚地区（III E14a. Three river-gorges subregion）。

（3）大理苍山种子植物区系具有鲜明的温带性质，同时深受热带植物区系的影响。

（4）苍山的现代植物区系是在印度板块与欧亚板块碰撞，古地中海退却和喜马拉雅隆升等地质事件背景下，由古地中海成分、北极—第三纪成分及古南大陆成分融汇发展而来的。

（5）大理苍山的特有现象较为显著，新老皆备，且以新特有成分为主，它既是古特有成分的避难所，也是新特有成分发展的温床。

（6）苍山在植物分布上是呼应东、西、南、北的纽带，同时又是很多成分分布的边界，是重要的区系节。

致谢：感谢恩师彭华研究员、李恒研究员对本论文的悉心指导；感谢在野外考察中刘恩德高级工程师、向春雷助理研究员、刘振稳助理研究员、董洪进先生、唐颖先生、刘永杰先生、王泽欢女士、陈丽女士的帮助；感谢大理州环保局、大理苍山洱海国家级自然保护区管理处等相关部门在采集标本上给予的方便；感谢在标本鉴定中李恒、李锡文及彭华三位研究员；雷立公高级工程师、刘艳春、向建英、向春雷、郁文彬四位助理研究员及周静老师、董洪进、胡国雄、唐颖、周卓先生和王泽欢女士等的帮助及指导；感谢朱鑫鑫先生为本论文研究提供的宝贵资料；感谢杨文杰先生为本论文作图。

〔参 考 文 献〕

段诚忠主编，1995. 苍山植物科学考察［M］. 昆明：云南科技出版社

李福藻，1995. 苍山水文［A］// 段诚忠主编，苍山植物科学考察［M］. 昆明：云南科技出版社

刘恩德，彭华，2010. 永德大雪山种子植物区系和森林植被研究［M］. 昆明：云南科技出版社

彭华, 1998. 滇中南无量山种子植物［M］. 昆明：云南科技出版社

吴征镒, 王荷生, 1983. 中国自然地理-植物地理（上册）［M］. 北京：科学出版社, 1—125

吴征镒, 路安民, 汤彦承等, 2003. 中国被子植物科属综论［M］. 北京：科学出版社, 1—1075

吴征镒, 周浙昆, 孙航等, 2006. 种子植物分布区类型及其起源和分化［M］. 昆明：云南科技出版社, 1—531

吴征镒, 孙航, 周浙昆等, 2010. 中国种子植物区系地理［M］. 北京：科学出版社

杨亲二, 1987 . 滇西北丽江玉龙雪山种子植物区系的初步研究［D］. 昆明：中国科学院昆明植物研究所（硕士学位论文）, 3—63

张书东, 王红, 李德铢, 2008. 滇东北巧家药山种子植物名录［M］. 昆明：云南科技出版社

Guo QF（郭勤峰）, 1988. A preliminary floristic study on the seed plants of Shizishan Mountain, Wuding, Central Yunnan, China［J］. *Acta Botanica Yunnanica*（云南植物研究）, **10**（2）：183—200

Li R（李嵘）, Dao ZL（刀志灵）, Ji YH（纪运恒）*et al.*, 2007. A floristic study on the seed plants of the Northern Gaoligong Mountain in Western Yunnan, China［J］. *Acta Botanica Yunnanica*（云南植物研究）, **29**（6）：601—615

Li XW（李锡文）, 1995. A floristic study on the seed plants from the region of Yunnan Plateau［J］. *Acta Botanica Yunnanica*（云南植物研究）, **17**（1）：1—14

Li XW（李锡文）, Li J（李捷）, 1993. A preliminary floristic study on the seed plants from the region of Hengduan Mountain［J］. *Acta Botanica Yunnanica*（云南植物研究）, **15**（3）：217—231

Ming TL（闵天禄）, Fang RZ（方瑞征）, 1982. The vegetation on Cangshan Yunnan and the distribution of genus *Rhododendron*［J］. *Acta Botanica Yunnanica*（云南植物研究）, **4**（4）：383—391

Mu JQ（穆静秋）, 2006. Biodiversity of Cangshan Mountain in Dali and countermeasures for protection［J］. *Forest Inventory and Planning*（林业调查规划）, **31**（1）：79—82

Sun H（孙航）, 2002a. Evolution of arctic-tertiary flora in Himalayan-Hengduan Mountains［J］. *Acta Botanica Yunnanica*（云南植物研究）, **24**（6）：671—688

Sun H（孙航）, 2002b. Tethys Retreat and Himalayas-Hengduanshan Mountains uplif and their significance on the origin an d development of the sino-himalayan elements and alpine flora［J］. *Acta Botanica Yunnanica*（云南植物研究）, **24**（3）：273—288

Wang LS（王利松）, Kong DR（孔冬瑞）, Ma HY（马海英）*et al.*, 2005. A preliminary study on floristic of spermatophyte from Mt. Xiaobaicaoling, central Yunnan, China［J］. *Acta Botanica Yunnanica*（云南植物研究）, **27**（2）：125—133

Wu ZY（吴征镒）, 1991. The areal- types of Chinese genera of seed plants［J］. *Acta Botanica Yunnanica*（云南植物研究）, **Suppl. 4**：1—139

Wu ZY（吴征镒）, 1993. Addenda et corrigenda ad typi arealorum generorum spermatophytorum sinicarum［J］. *Acta Botanica Yunnanica*（云南植物研究）, **Suppl. 4**：141—178

Wu ZY（吴征镒）, Wu SG（武素功）, 1998. A Proposal for a New Floristic Kingdom（realm）-the E. Asiatic Kingdom, its Delineation and Characteristics［A］// Zhang AL（张敖罗）, Wu SG（武素功）ed., *Floristic Characteristics and Diversity of East Asian Plants*［M］. Beijing：Higher Education Press, Berlin：Springer-Verlag , 3—42

Wu ZY（吴征镒）, Sun H（孙航）, Zhou ZK（周浙昆）*et al.*, 2005. Origin and differentiation of endemism in the flora of China［J］. *Acta Botanica Yunnanica*（云南植物研究）, **27**（6）：577—604